

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 686 409

②1 N° d'enregistrement national :

88 08378

⑤1 Int Cl⁵ : F 42 B 10/60, 15/01

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22.06.88.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 23.07.93 Bulletin 93/29.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : INSTITUT FRANCO-ALLEMAND DE
RECHERCHES DE SAINT-LOUIS (*Institut de
recherches binational à personnalité juridique sur les
territoires de la République Française et de la
République Fédérale d'Allemagne*) — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Dr Giraud Marc.

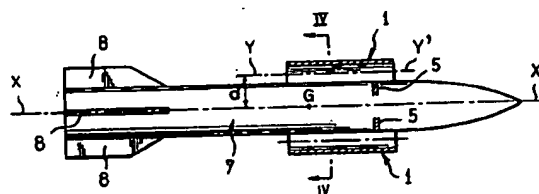
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet André Bouju.

⑤4 Projectile supersonique pilotable.

⑤7 Le projectile supersonique a une trajectoire pilotable
par différentiel de forces latérales d'origine aérodynamique.
Il porte sur sa surface latérale au moins deux éléments tu-
bulaires (1) dont les axes sont parallèles à l'axe du projec-
tile (7) et sont disposés symétriquement par rapport à cet
axe, chacun de ces éléments tubulaires (1) étant dimen-
sionné de façon qu'il soit ouvert aérodynamiquement à la
vitesse de déplacement du projectile. Des moyens (5) sont
prévus pour commander la fermeture aérodynamique de
l'un ou l'autre des éléments tubulaires (1) pour modifier la
trajectoire du projectile.

Utilisation pour augmenter la précision de la trajectoire
du projectile.



FR 2 686 409 - A1



La présente invention concerne un projectile supersonique dont la trajectoire est pilotable par différentiel de forces latérales d'origine aérodynamique.

Dans le domaine des projectiles ou engins
5 destinés à la lutte armée, par exemple anti-blindés ou anti-aéronefs, la préférence des utilisateurs se porte nécessairement sur ceux ayant la meilleure probabilité d'atteinte. Dans celle-ci, la vitesse et la dispersion des projectiles ou engins jouent un rôle important.

10 Si l'on connaît actuellement des limites à l'augmentation de la vitesse à calibre et à masse donnés, la dispersion peut par contre être fortement réduite par une opération de pilotage ou de manoeuvre exercée sur le projectile ou l'engin. Lorsque la portée envisagée est
15 longue, ce qui constitue un scénario défavorable, le pilotage doit être opéré de préférence en plusieurs temps.

Le pilotage du projectile ou de l'engin peut être normalement obtenu par :

1°) soit une action directe, ou action en force
20 au droit du centre de gravité, entraînant instantanément un changement de cap : on met en oeuvre à cet effet au droit du centre de gravité un ou plusieurs impulseurs pyrotechniques ou un ou plusieurs jets latéraux impulsifs et dont les axes sont de préférence normaux à l'axe du
25 projectile ou de l'engin et issus du centre de gravité,

2°) soit une action indirecte, ou action par moment ou couple, entraînant une modification de trajectoire par effet d'incidence aérodynamique. On met en oeuvre pour cela, soit :

30 - un ou plusieurs impulseurs pyrotechniques, et
- un ou plusieurs jets latéraux

et dont les axes sont inclinés ou non par rapport à un plan transversal normé du projectile ou de l'engin, lorsque l'action se fait dans un plan transversal différent
35 de celui qui contient le centre de gravité,

- un système de modification des angles de gouvernes ou ailerons, placés ou sur l'arrière-corps ou sur l'avant-corps (plan canard) du projectile ou de l'engin,

5 - un système de modification de l'axe de la tuyère arrière du projectile ou de l'engin lorsqu'il est propulsé,

3°) soit une action combinée, force + moment ou couple pour amplifier la sensibilité d'une correction de trajectoire.

10 On met en oeuvre à cet effet et à titre d'exemple:

a) - un ou plusieurs impulseurs pyrotechniques,
 ou

15 - un ou plusieurs jets latéraux situés au droit du centre de gravité et dont les axes sont inclinés ou non par rapport à un plan transversal normé du projectile ou de l'engin,

20 b) un système de modification des angles de gouvernes ou ailerons placés convenablement au centre du corps du projectile ou de l'engin.

On conçoit que ces divers modes de pilotage présentent des inconvénients qui, sans être majeurs, pénalisent leurs applications :

25 - l'action électro-mécanique sur les gouvernes ou ailerons est de durée trop longue pour les vols supersoniques,

30 - l'action par impulseurs pyrotechniques implique l'emport de 2n impulseurs pour un pilotage suivi : chaque impulsion de correction par effet d'incidence est normalement prolongée par une impulsion de compensation des effets pervers de l'incidence,

35 - l'action par jets latéraux suppose la disponibilité sur trajectoire d'un réservoir de fluide de volume suffisant pour assurer les 2n flux de masse exigés, la remarque précédente restant valable.

Le but de la présente invention est d'éliminer les inconvénients des réalisations précitées.

Suivant l'invention, le projectile supersonique dont la trajectoire est pilotable par différentiel de forces latérales d'origine aérodynamique est caractérisé en ce qu'il porte sur sa surface latérale au moins deux éléments tubulaires dont les axes sont parallèles à l'axe du projectile et sont disposés symétriquement par rapport à cet axe, chacun de ces éléments tubulaires étant dimensionné de façon qu'il soit ouvert aérodynamiquement à la vitesse de déplacement du projectile et en ce que des moyens sont prévus pour commander la fermeture aérodynamique de l'un ou l'autre des éléments tubulaires pour modifier la trajectoire du projectile.

Ainsi lorsqu'on commande la fermeture aérodynamique de l'un des éléments tubulaires (l'autre restant ouvert), un moment est créé qui fait pivoter le projectile vers la direction désirée.

Les moyens qui permettent de commander la fermeture aérodynamique des éléments tubulaires peuvent être constitués par des corps ou des éléments de faibles dimensions et dont le poids est négligeable, contrairement aux cas des dispositifs connus qui ont une action directe sur l'air s'écoulant le long du projectile lors de son vol.

Ce résultat est obtenu grâce au fait que les moyens précités ont en combinaison avec les éléments tubulaires une action aérodynamique beaucoup plus sensible que les dispositifs connus (non associés à des éléments tubulaires).

De préférence, le projectile conforme à l'invention, comprend un nombre pair d'éléments tubulaires à axes parallèles à l'axe du projectile et disposés symétriquement par rapport à cet axe.

Selon une version avantageuse de l'invention, lesdits moyens pour commander la fermeture aérodynamique

d'un élément tubulaire comprennent un ou plusieurs corps pouvant coulisser transversalement par rapport à la paroi latérale de l'élément tubulaire entre une position dans laquelle ce ou ces corps libèrent l'écoulement de l'air à l'intérieur de l'élément tubulaire et une position dans laquelle ce ou ces corps font saillie à l'intérieur de l'élément tubulaire, et ferment aérodynamiquement celui-ci.

Selon une autre version avantageuse de l'invention, lesdits moyens pour commander la fermeture aérodynamique d'un élément tubulaire, comprennent des moyens pour éjecter un ou plusieurs jets de gaz transversalement à l'axe de l'élément tubulaire.

Selon une autre version préférée de l'invention, lesdits moyens pour commander la fermeture aérodynamique d'un élément tubulaire, comprennent un corps de section faible par rapport à celle de l'élément tubulaire et placé dans l'axe de celui-ci, ce corps portant une tige à extrémité pointue montée coulissante dans celui-ci suivant l'axe de l'élément entre une position rétractée dans laquelle, l'élément tubulaire est aérodynamiquement ouvert et une position déployée vers l'avant dans laquelle l'élément tubulaire est aérodynamiquement fermé.

Selon une autre version préférée de l'invention, lesdits moyens pour commander la fermeture aérodynamique d'un élément tubulaire, comprennent un corps de section faible par rapport à celle de l'élément tubulaire, et placé dans l'axe de celui-ci, ce corps renfermant des moyens pour envoyer vers l'avant suivant l'axe de l'élément tubulaire un jet de gaz.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale

schématique d'un élément tubulaire se déplaçant dans l'air à une vitesse supersonique, cet élément étant aérodynamiquement ouvert,

5 - la figure 2 est une vue analogue à la figure 1, l'élément étant aérodynamiquement fermé,

- la figure 3 est une vue en plan d'un projectile conforme à l'invention muni d'éléments tubulaires représentés en coupe longitudinale,

10 - la figure 4 est une vue en coupe suivant le plan IV-IV de la figure 3,

- la figure 5 est une vue analogue à la figure 3 montrant comment le projectile pivote lorsque l'un des éléments tubulaires est aérodynamiquement fermé,

15 - la figure 6 est une vue analogue à la figure 1 concernant une variante de réalisation des moyens pour commander la fermeture aérodynamique de l'élément tubulaire, ces moyens étant en position d'ouverture,

20 - la figure 7 est une vue analogue à la figure 6, les moyens précités étant en position de fermeture aérodynamique,

- la figure 8 est une vue en coupe longitudinale d'une variante de réalisation d'un élément tubulaire revêtu intérieurement d'une composition pyrotechnique,

25 - la figure 9 est une vue en coupe longitudinale d'une autre variante de réalisation à revêtement pyrotechnique intérieur,

- la figure 10 est une vue en coupe longitudinale d'une variante de réalisation d'un élément tubulaire à noyaux perforants,

30 - la figure 11 est une vue en coupe suivant le plan XI-XI de la figure 10,

- la figure 12 est une vue en coupe longitudinale partielle d'un projectile conforme à l'invention muni d'un empennage et d'un sabot de lancement,

35 - la figure 13 est une vue en coupe suivant le

plan XIII-XIII de la figure 12,

- la figure 14 est une vue en coupe longitudinale partielle d'un projectile conforme à l'invention non empenné et muni d'un sabot de lancement,

5 - la figure 15 est une vue en coupe suivant le plan XV-XV de la figure 14.

Les figures 1 et 2 représentent un élément tubulaire 1 de section circulaire et dont l'avant 2 est effilé, se déplaçant dans l'air suivant la flèche F à une
10 vitesse supersonique. Le comportement aérodynamique d'un tel projectile a déjà été étudié (voir notamment brevet canadien 2 373 033).

On sait que les conditions d'écoulement de l'air (voir flèche A) à l'intérieur de l'élément tubulaire,
15 varient selon la vitesse de celui-ci, de son diamètre intérieur et de la forme de son bord avant. Dans le cas de la figure 1, l'écoulement de l'air est simplement freiné par les interférences des ondes 3 engendrées par le déplacement de l'élément 1 dans l'air, entre elles et avec
20 les parois 4 de ce dernier. L'écoulement de l'air à l'intérieur de l'élément 1 est dit dans ce cas "ouvert, mais amorcé".

A partir de cette situation, si l'on introduit à l'intérieur de l'élément tubulaire 1, un corps 5 de faible
25 dimension, mais néanmoins suffisante pour engendrer des turbulences, l'écoulement de l'air ne se fait plus.

L'élément 1 est dit dans ce cas "fermé" ou "bloqué". L'onde de choc avant 6 se détache du bord avant 2 de l'élément 1, comme représenté schématiquement sur la
30 figure 2.

La présente invention repose sur la constatation de ce qui précède. Ainsi, comme on le voit sur les figures 3, 4 et 5, le projectile pilotable 7 conforme à l'invention, porte sur sa surface latérale une paire ou plusieurs paires
35 d'éléments tubulaires 1 dont les axes Y-Y' sont parallèles

à l'axe X-X' du projectile et sont disposés symétriquement par rapport à cet axe. Chacun de ces éléments tubulaires 1 est dimensionné de façon qu'il soit ouvert

aérodynamiquement à la vitesse de déplacement du projectile 7. En outre, des moyens tels que les corps 5 représentés sur les figures 1 et 2 sont prévus pour commander la fermeture aérodynamique de l'un ou l'autre des éléments tubulaires 1 pour modifier la trajectoire du projectile.

Dans l'exemple représenté (voir figure 4), les éléments tubulaires 1 sont au nombre de 4 et sont disposés en quinconce par rapport aux ailettes 8 de l'empennage arrière du projectile 7. Ces éléments 1 sont réalisés d'une seule pièce avec la paroi du projectile, mais pourraient être distincts de cette paroi et fixés à celle-ci par tout moyen convenable.

Les éléments tubulaires 1 sont décalés vers l'avant par rapport au centre de gravité G, mais pourraient également être décalés vers l'arrière.

Dans l'exemple des figures 1 à 5, les moyens pour commander la fermeture aérodynamique d'un élément tubulaire 1 comprennent un corps 5 pouvant coulisser transversalement par rapport à la paroi latérale 4 de l'élément tubulaire 1 entre une position dans laquelle ce corps 5 libère l'écoulement de l'air à l'intérieur de l'élément tubulaire (voir figure 1) et une position dans laquelle ce corps 5 fait saillie à l'intérieur de l'élément tubulaire et ferme aérodynamiquement celui-ci (voir figures 2 et 5).

Les corps 5 ainsi que leur mécanisme de commande sont portés par le projectile. En raison de la faible dimension des corps 5, ceux-ci n'affectent pas le poids total du projectile

La fermeture aérodynamique, volontaire ou provoquée, d'un projectile tubulaire suffit à créer un incrément brutal de sa force de traînée, dans un rapport de 1 à 2 par exemple. Il suffit en conséquence de placer en

vis-à-vis, de part et d'autre du corps du projectile, deux éléments tubulaires 1, l'un en conduit "bloqué" aérodynamiquement, l'autre en conduit amorcé pour obtenir un différentiel de forces de traînée excentrées. Sur le schéma de la figure 5, l'élément 1 du haut est "bloqué", tandis que celui du bas est "amorcé-ouvert". Ce différentiel, du fait du bras de levier d donné par le décalage axial des éléments tubulaires 1 par rapport à l'axe X-X' du projectile, induit un moment lequel entraîne une prise d'incidence aérodynamique δ du projectile 7.

La prise d'incidence s'accompagne de la création d'une force aérodynamique dite force de portance appliquée au centre de poussée du projectile 7. Cette force se réduit en un moment et en une force normale N appliquée au centre de gravité G du projectile 7. Cette force normale N entraîne le changement de trajectoire. Afin de revenir en position d'incidence nulle, tout en atténuant les effets pervers de l'incidence (incrément de dispersion notamment), le fonctionnement aérodynamique des deux éléments tubulaires est inversé en respectant un décalage temporel adéquat. Le dispositif proposé est donc autocorrecteur.

Pour être vraiment efficace, le vol du projectile doit être nettement supersonique, par exemple Mach supérieur à 3 tout le long de la trajectoire. La vitesse initiale élevée que cela implique peut être obtenue par effet canon.

Les moyens pour commander la fermeture aérodynamique d'un élément tubulaire 1 peuvent également être constitués par des moyens pour éjecter un ou plusieurs jets de gaz transversalement à l'axe Y-Y' de l'élément tubulaire.

Dans la réalisation des figures 6 et 7, les moyens pour commander la fermeture aérodynamique d'un élément tubulaire 1, comprennent un corps 9 de section faible par rapport à celle de l'élément tubulaire et placé

dans l'axe Y-Y' de celui-ci. Ce corps fixé à la paroi de l'élément porte une tige 10 à extrémité pointue 11 montée coulissante dans ce corps suivant l'axe Y-Y' de l'élément 1 entre une position rétractée (voir figure 6) dans laquelle, 5 l'élément tubulaire 1 est aérodynamiquement ouvert et une position déployée vers l'avant (voir figure 7) dans laquelle l'élément tubulaire 1 est aérodynamiquement fermé. Dans cette dernière position, en effet, la tête pointue 11 crée des turbulences qui bloquent l'écoulement de l'air.

10 Comme dans la réalisation des figures 1 et 2, le corps 9 a une section faible devant celle de l'élément tubulaire 1.

La tige 10 montée coulissante dans le corps 9 peut être remplacée par un jet de gaz dirigé vers l'avant 15 de l'élément tubulaire 1.

De façon à compenser l'effet de freinage dû à la présence des éléments tubulaires 1 à la périphérie du projectile 1, la surface intérieure de ces éléments peut être recouverte (voir figures 8 et 9) par une couche 20 tubulaire 12 d'une composition pyrotechnique susceptible de brûler lors du déplacement du projectile sous l'action de l'air passant dans ces éléments tubulaires.

Sur ces figures 8 et 9, les zones Z désignent des zones où les ondes 3 entrent en contact avec la composition 25 pyrotechnique en engendrant un échauffement initiant la combustion de cette composition.

L'effet destructeur du projectile peut être notablement augmenté en plaçant des charges utiles supplémentaires, par exemple des noyaux perforants 13, en 30 matériau dur dans la paroi 4 des éléments tubulaires périphériques, comme indiqué sur les figures 10 et 11.

Par ailleurs, la masse morte accélérée (sabot) est fortement réduite, puisque les éléments tubulaires périphériques 1 peuvent contribuer au guidage lors du 35 lancement. De la sorte, la masse en vol du projectile étant

augmentée, le coefficient balistique est amélioré.

Le lancement du projectile selon l'invention se fait de préférence par effet canon de façon à atteindre en un temps court les vitesses élevées nécessitées par un bon
5 fonctionnement des éléments périphériques 1. Ce mode de lancement met en oeuvre un sabot de lancement 14, 15 (voir figures 12 et 14) nécessairement en plusieurs parties et dont la technique est désormais bien connue. Le sabot 14, 15 est à la fois du type poussant (les éléments tubulaires
10 périphériques) et du type tractant (le corps principal).

Les figures 12 et 13 illustrent un projectile stabilisé par un empennage arrière 8. La vitesse de roulis d'un tel projectile est faible. De ce fait, et en tenant
15 compte de la présence de l'empennage arrière en général à quatre ou six ailettes 8, le nombre d'éléments tubulaires 1 est choisi de préférence aussi égal à quatre ou six. Le nombre de paires est donc de deux ou trois.

Le guidage dans le tube de l'arme de lancement peut être principalement assuré par les éléments tubulaires
20 périphériques 1. Le sabot de lancement 14 de dimensions réduites sert au forçement (départ du coup) et à l'étanchéité aux gaz de poudre.

Les figures 14 et 15 illustrent un projectile stabilisé par effet gyroscopique nécessairement lancé en
25 tube rayé. La vitesse de roulis de tel projectile ou engin est élevée. Il convient, pour disposer d'une souplesse d'emploi satisfaisante, de placer en périphérie du projectile un nombre élevé d'éléments tubulaires 1. Compte tenu des dimensionnements respectifs, imposés notamment par
30 le fonctionnement aérodynamique des projectiles périphériques, on retient de préférence $2n = 4, 6$ ou 8 . Le nombre de paires d'éléments périphériques est donc de $2, 3$ ou 4 .

Dans le cas particulier où par exemple $2n = 8$,
35 les éléments périphériques peuvent être réalisés dans une

couronne solidaire du corps du projectile.

5 Le sabot de lancement 15 se différencie du précédent par la présence d'une ceinture 16 de forçement et d'étanchéité au lieu d'une jupe arrière. Cette ceinture 16 surcalibrée est indispensable pour l'entraînement en roulis du projectile. Les éléments périphériques 1 rapportés individuellement ou sous la forme d'une couronne perforée, contribuent prioritairement au guidage dans le tube de lancement.

10 Bien entendu l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation que l'on vient de décrire et on peut apporter à ceux-ci de nombreuses modifications sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Projectile supersonique dont la trajectoire est pilotable par différentiel de forces latérales d'origine aérodynamique, caractérisé en ce qu'il porte sur sa surface latérale au moins deux éléments tubulaires (1) dont les axes (Y-Y') sont parallèles à l'axe (X-X') du projectile (7) et sont disposés symétriquement par rapport à cet axe, chacun de ces éléments tubulaires (1) étant dimensionné de façon qu'il soit ouvert aéodynamiquement à la vitesse de déplacement du projectile et en ce que des moyens (5, 9, 10, 11) sont prévus pour commander la fermeture aérodynamique de l'un ou l'autre des éléments tubulaires (1) pour modifier la trajectoire du projectile.
2. Projectile conforme à la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un nombre pair d'éléments tubulaires (1) à axes (Y-Y') parallèles à l'axe (X-X') du projectile et disposés symétriquement par rapport à cet axe.
3. Projectile conforme à l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens pour commander la fermeture aérodynamique d'un élément tubulaire (1) comprennent un ou plusieurs corps (5) pouvant coulisser transversalement par rapport à la paroi latérale (4) de l'élément tubulaire (1) entre une position dans laquelle ce ou ces corps (5) libèrent l'écoulement de l'air à l'intérieur de l'élément tubulaire (1) et une position dans laquelle ce ou ces corps (5) font saillie à l'intérieur de l'élément tubulaire (1), et ferment aéodynamiquement celui-ci.
4. Projectile conforme à la revendication 3, caractérisé en ce que le ou les corps (5) ainsi que leur mécanisme de commande sont portés par le projectile (7).
5. Projectile conforme à l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens pour commander la fermeture aérodynamique d'un élément tubulaire, comprennent des moyens pour éjecter un ou plusieurs jets de

gaz transversalement à l'axe de l'élément tubulaire.

6. Projectile conforme à l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens pour commander la fermeture aérodynamique d'un élément tubulaire, 5 comprennent un corps (9) de section faible par rapport à celle de l'élément tubulaire (1) et placé dans l'axe (Y-Y') de celui-ci, ce corps (9) portant une tige (10) à l'extrémité pointue (11), montée coulissante dans celui-ci suivant l'axe de l'élément (1) entre une position rétractée 10 dans laquelle, l'élément tubulaire (1) est aérodynamiquement ouvert et une position déployée vers l'avant dans laquelle, l'élément tubulaire (1), est aérodynamiquement fermé.

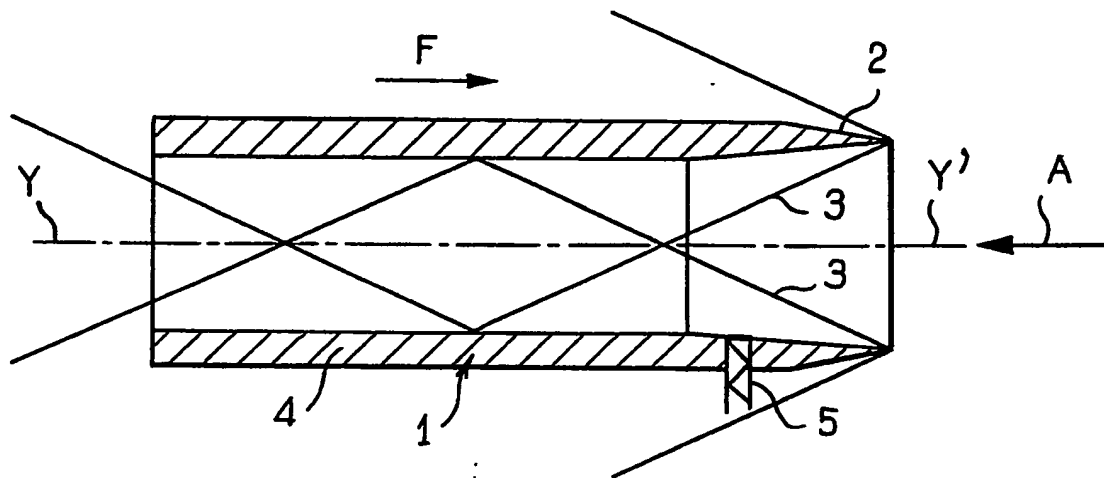
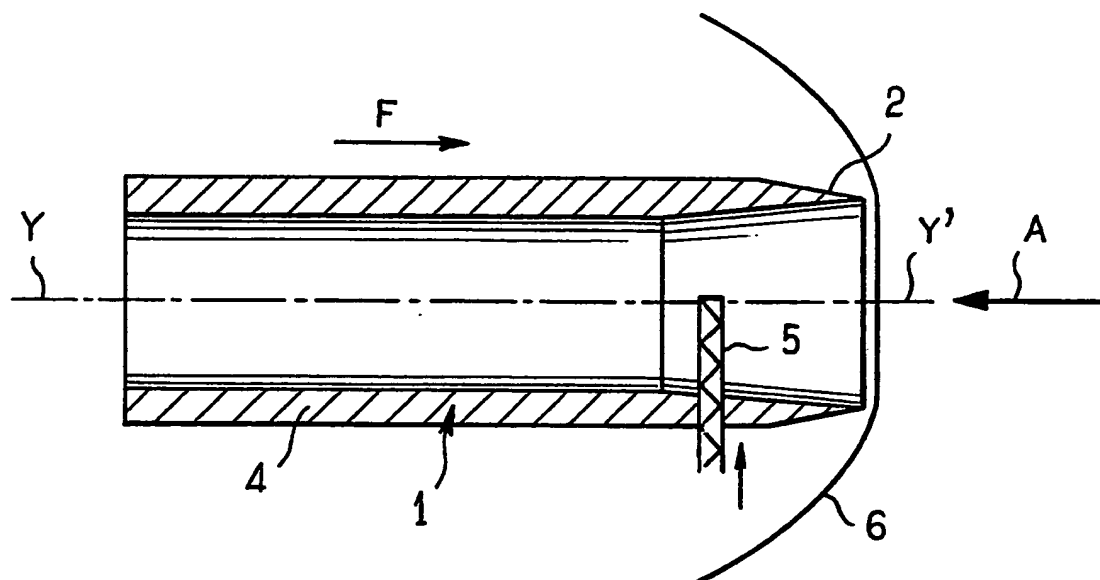
7. Projectile conforme à l'une des revendications 15 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens pour commander la fermeture aérodynamique d'un élément tubulaire, comprennent un corps de section faible par rapport à celle de l'élément tubulaire et placé dans l'axe de celui-ci, ce corps renfermant des moyens pour envoyer vers l'avant 20 suivant l'axe de l'élément tubulaire un jet de gaz.

8. Projectile conforme à l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la surface intérieure des éléments tubulaires (1) est recouverte par une couche tubulaire (12) d'une composition pyrotechnique susceptible 25 de brûler lors du déplacement du projectile sous l'action de l'air passant dans ces éléments tubulaires (1).

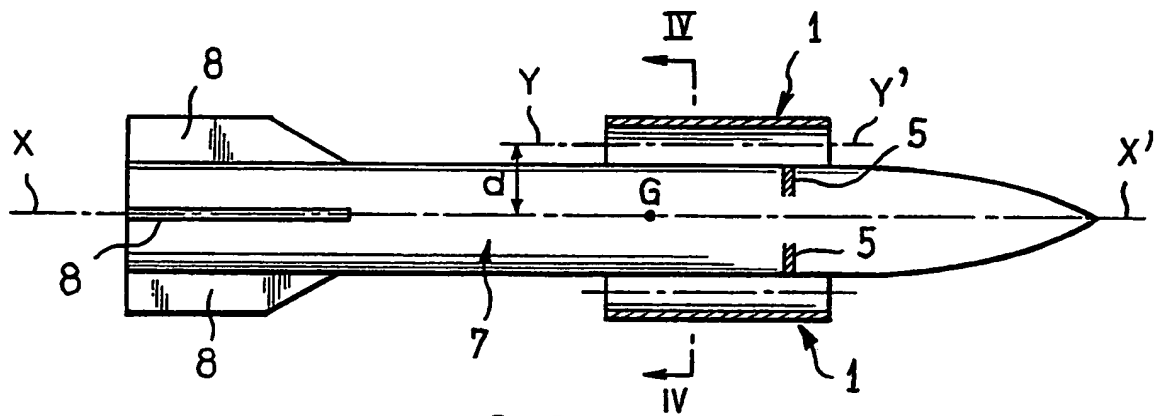
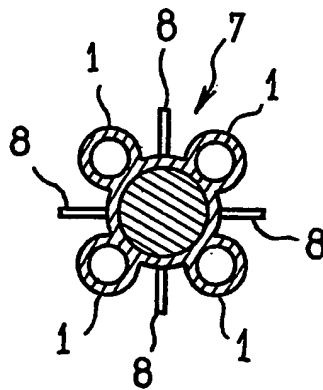
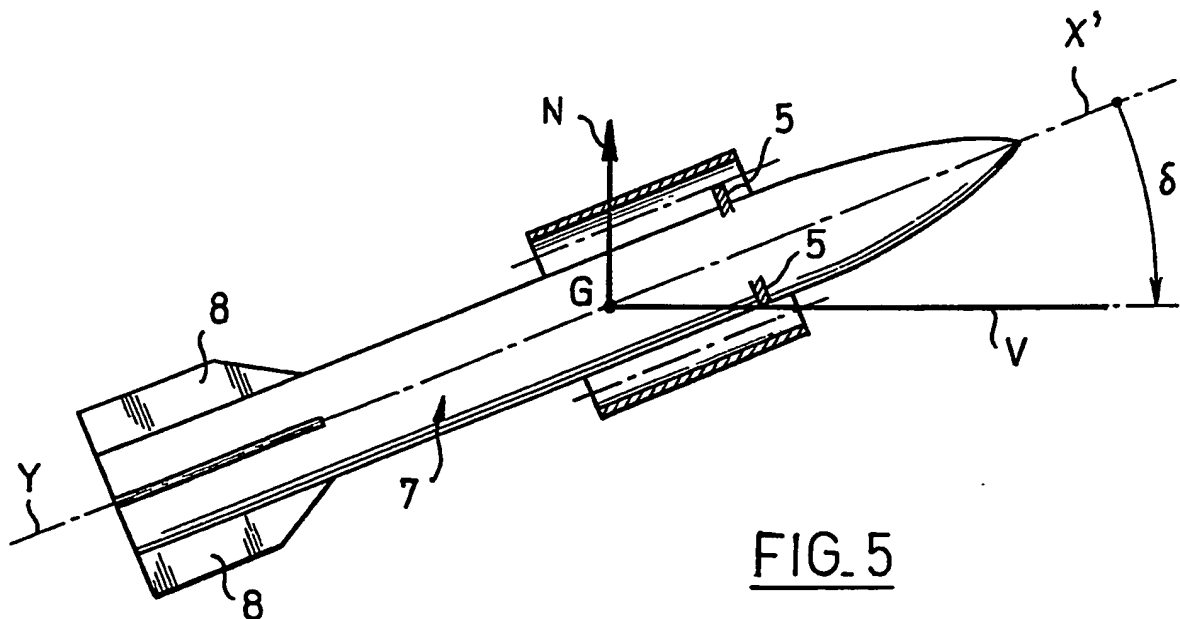
9. Projectile conforme à l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la paroi (4) des éléments tubulaires (1) renferme des noyaux perforants (13) en 30 matériau dur.

10. Projectile conforme à l'une des revendications 1 à 9, destiné à être lancé au moyen d'une arme à tube, caractérisé en ce que les éléments tubulaires (13) assurent le guidage du projectile à l'intérieur du 35 tube de l'arme de lancement.

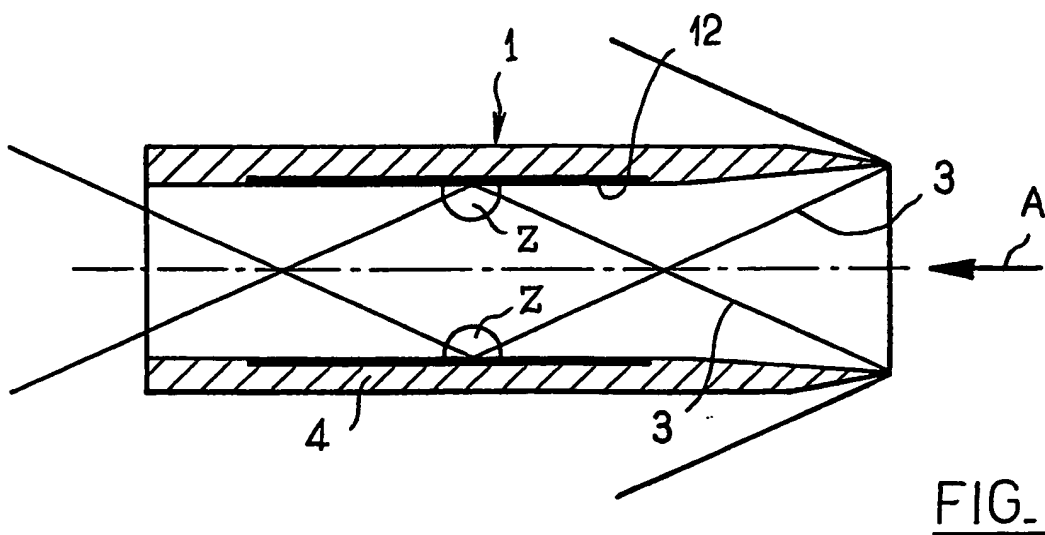
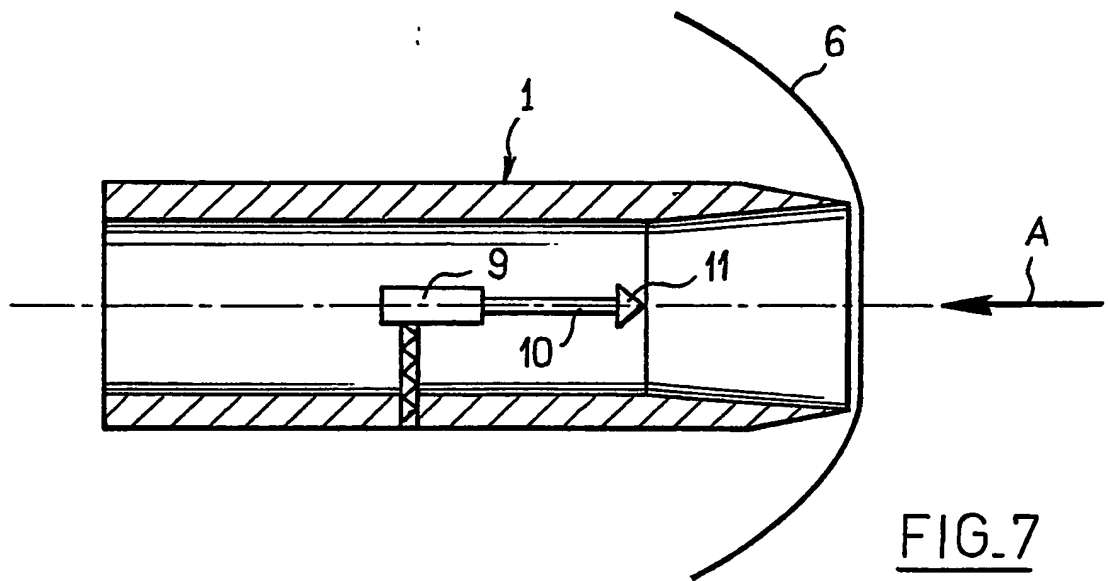
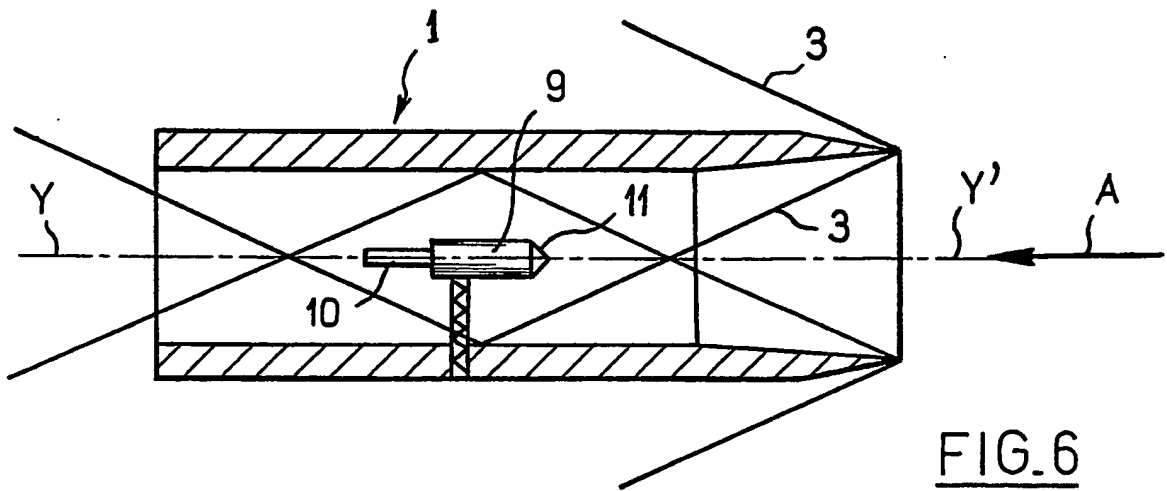
1/5

FIG. 1FIG. 2

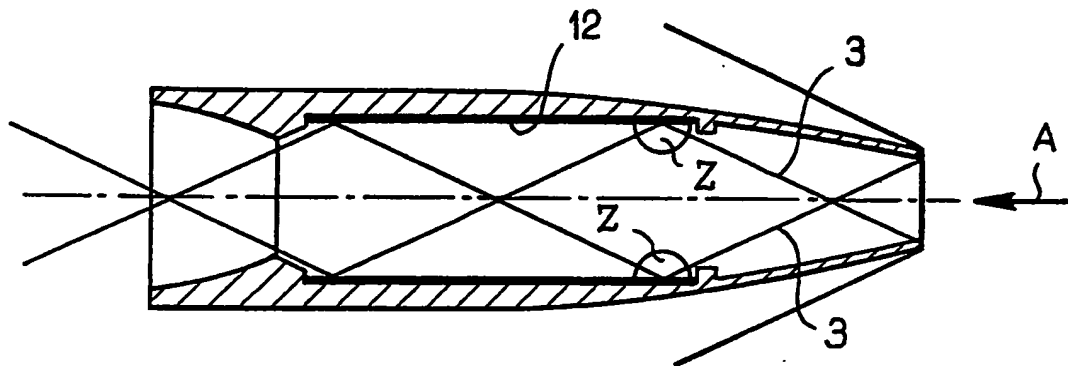
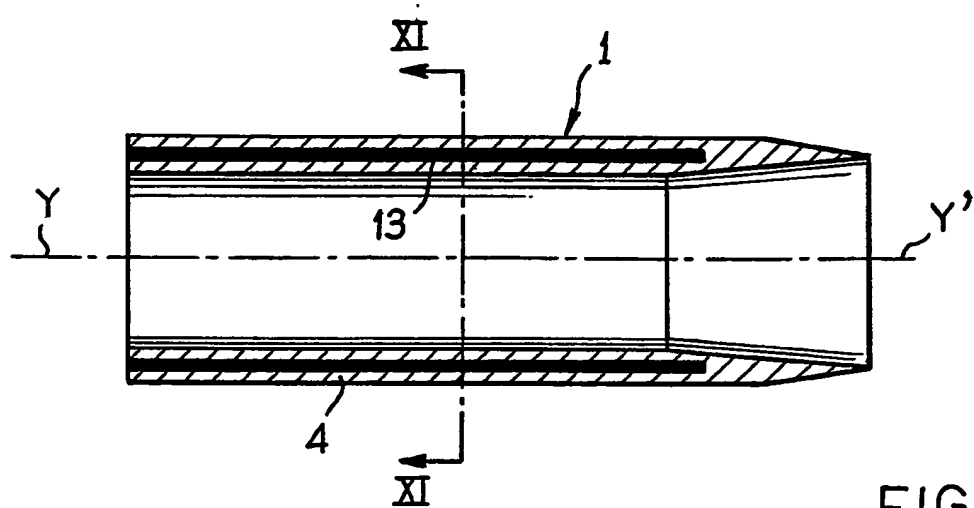
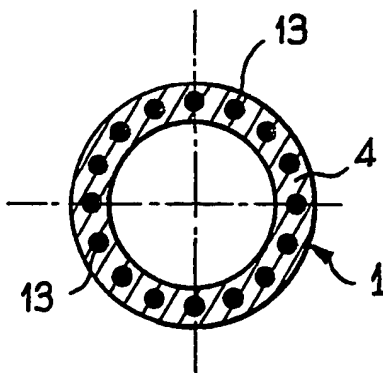
2 / 5

FIG. 3FIG. 4FIG. 5

3 / 5



4 / 5

FIG. 9FIG. 10FIG. 11

